

高機能材料を用いた封止材無し n 型フロントエミッタ型 結晶 Si 太陽電池モジュールの電圧誘起劣化

Potential-induced degradation of n-type front-emitter crystalline Si photovoltaic
modules without encapsulant using high performance material

北陸先端大 °中村 航大, Huynh Tu Thi Cam, 大平 圭介

JAIST, °Kodai Nakamura, Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira

E-mail: s2010144@jaist.ac.jp

太陽光発電は、クリーンなエネルギー源として注目を集めており、そのほとんどは、モジュールに封止材が使用されている。封止材で固定されたモジュールは分解が難しく、リサイクルが困難である。また、接地されたフレーム-セル間の電位差により発電性能の低下が起こる電圧誘起劣化(PID)も、封止材を経由して Na 侵入や電荷蓄積が起こることで生じる。さらに、封止材として最もよく使われるエチレン酢酸ビニル共重合樹脂(EVA)と水の反応により生成される酢酸によって電極の腐食が起こる。これらの問題を解決するために、抜本的なモジュール構造の改良が求められる。改良後のモジュール構造として考えられる例を Fig. 1 に示す。今回我々は、耐久性、絶縁性、耐候性などの良い高機能材料を用いた封止材無しモジュールを作製し、n 型フロントエミッタ型(n-FE)結晶 Si (c-Si)太陽電池モジュールの PID を調査したので報告する。

20×20 mm² の n-FE セルを用い、従来構造のモジュールと封止材無しモジュールを作製した。従来構造は、白板強化ガラス/EVA/セル/EVA/バックシートの順に重ねてラミネートして作製した。Fig. 2 に作製した封止材無しモジュールの構造を示す。フライス盤を用いて作製したポリテトラフルオロエチレン(PTFE)製のベース上にセルとカバーガラスを載せた。PTFE ベースにはセルサイズに合わせたくぼみを設けており、セル表面とカバーガラスは接していない。PID 試験では、温度 85 °C で、モジュール表面のカバーガラス上に置いた Al 板を基準としてセルに-1000 V を印加した。測定時は、セルにだけ疑似太陽光が入射するように、バックシートやベース材料を覆うようにセル周辺にカバーを置いて測定した。

Fig. 3 に、初期値で規格化した短絡電流密度(J_{sc})、開放電圧(V_{oc})、最大出力(P_{max})の PID 試験時間依存性を示す。従来構造のモジュールでは、表面 SiN_x 膜へ正電荷蓄積起因の J_{sc} および V_{oc} の低下が見られ、先行研究と同様の挙動を示している[1]。一方、封止材無しモジュールでは、 J_{sc} および V_{oc} がほとんど低下せず、 P_{max} の低下が無い。封止材が無く、高抵抗率材料を用いたためにリーク電流が流れづらくなることで、 SiN_x 膜からの電子移動が制限され、性能低下が抑制できたと考えられる。

[1] S. Yamaguchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 122301 (2018).

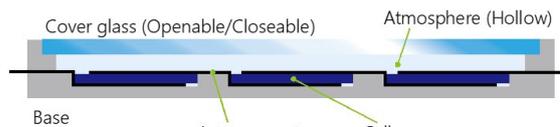


Fig. 1 Example of a modified module structure.

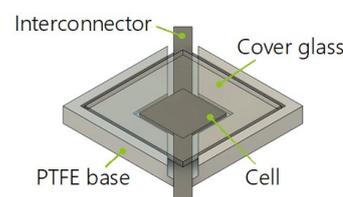


Fig. 2 Module structure without encapsulant used in this experiment.

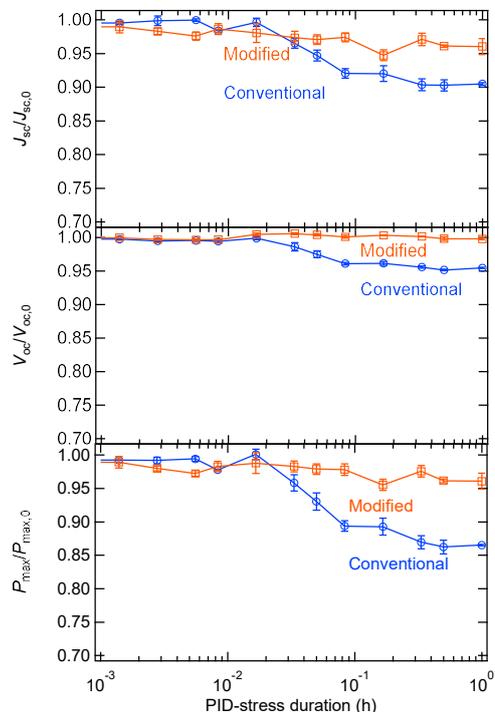


Fig. 3 PID-stress duration dependence of J_{sc} , V_{oc} , and P_{max} normalized by their initial values.